

К МЕТОДИКЕ ИСПЫТАНИЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ ТРУБОК

К. М. ШУЛЬЖЕНКО

(Представлено научным семинаром радиотехнического факультета)

Разработанные и опубликованные [1] методы основных испытаний телевизионных передающих трубок не учитывают их особенностей в процессе передачи движущихся изображений. По световой характеристике передающей трубки можно в некоторой степени судить о процессе образования сигнала изображения движущегося объекта. Однако процесс снятия световой характеристики трубки и последующее определение формы сигнала при передаче движущегося изображения являются весьма сложными и трудоемкими. Кроме того, такой косвенный метод не может учитывать всех особенностей данной трубки при передаче движущихся объектов. Поэтому целесообразнее включить в комплекс испытаний передающих трубок снятие переходной характеристики трубки при передаче движущейся границы темно-светлого поля. По этой характеристике можно судить о резкости (четкости) изображений при передаче движущихся объектов.

Резкость изображения, оцениваемая по максимальной крутизне $S_{\text{макс}}$ или длительности нарастания фронта $x_{з.р.}$ переходной характеристики, и четкость m , определяемая числом воспроизводимых на экране приемника темных и светлых линий, связаны между собой соотношением [2]:

$$S_{\text{макс}} = \frac{V\pi}{\delta V - \ln \Delta'_0} m \cong \frac{1}{x_{з.р.}},$$

где δ — шаг развертки, Δ'_0 — визуально достаточный амплитудный уровень.

Метод измерения

Резкость телевизионного изображения движущегося объекта можно оценивать по максимальной крутизне или длительности нарастания фронта переходной характеристики, получаемой при передаче движущейся границы темно-светлого поля. Чтобы рассматривать на экране осциллографа переходную характеристику, необходимо создать повторяющееся с частотой кадровой развертки перемещение этой границы вдоль строк. Во избежание неопределенности, обусловленной дискретным перемещением развертывающего элемента в направлении кадро-

вой развертки, рассматривается передача движущегося объекта вдоль строк.

Для повышения точности отсчета длительности нарастания фронта переходной характеристики, а также исключения ошибки, вносимой неравномерностью развертки осциллографа, целесообразно пользоваться метками времени, частота повторения которых должна быть синхронна с частотой строчной развертки. Метки времени можно ввести, например, путем яркостной модуляции луча осциллографа.

Предлагаемый метод опробован автором при исследовании влияния движения передаваемого объекта на резкость и четкость телевизионного изображения движущегося объекта [2]. Измерения проводились на передающей трубке типа „иконоскоп с переносом изображения“ при построчной развертке изображения. Однако предлагаемая методика применима для исследования передачи изображения движущегося объекта также другими типами передающих трубок как при построчной, так и при черезстрочной развертке изображения.

Для выявления особенностей той или иной передающей трубки, особенно с разверткой пучком быстрых электронов, необходимо производить исследование передачи движущейся границы разными участками мозаики (мишени). Для этого необходимо предусмотреть возможность выделения сигнала изображения любой строки кадра и любого участка данной строки. Определение места выделяемого участка сигнала изображения можно контролировать подачей сигнала от схемы выделения строки на приемное устройство, где рассматривается передаваемое изображение.

Описание экспериментальной установки

Выделение переходной характеристики передающей трубки при разных скоростях движения объекта (резкой границы темно-светлого поля) проводилось автором на лабораторной телевизионной установке, блок-схема которой приведена на рис. 1¹⁾. Осциллограммы снимались

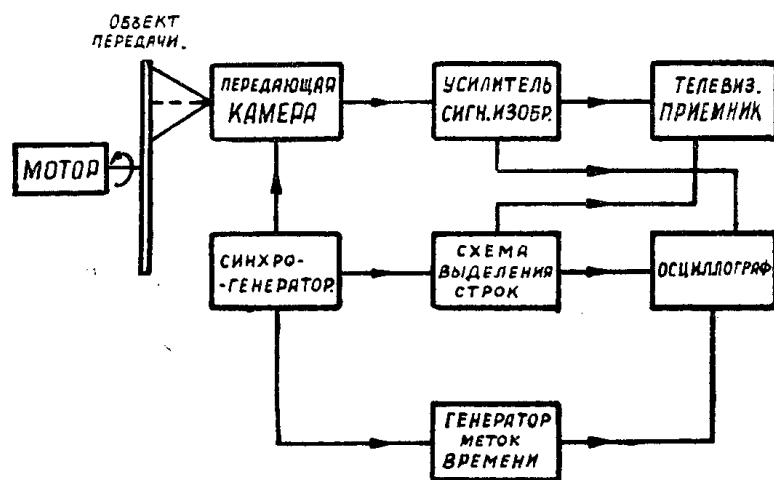


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки

при построчной развертке с числом строк $Z = 224$ при частоте повторения кадров $N = 50 \frac{\text{кадров}}{\text{сек}}$, синхронной с частотой питающей сети.

¹⁾ Эксперименты проводились на кафедре телевидения Ленинградского электротехнического института им. В. И. Ленина.

Передаваемый объект состоял из двух сложенных вместе дисков (рис. 2 а). Один из них был вырезан из белой плотной бумаги. Внешний контур его образован спиралью Архимеда. Другой диск из матовой темной бумаги являлся фоном для первого диска. Оба диска укреплялись на валу синхронного трехфазного мотора, обеспечивавшего число оборотов $n = 50 \text{ об/сек.}$, синхронное с частотой сети. Равномерное вращение этих дисков при выделении одной строки, развертывающей изображение вдоль OX , позволяет получить равномерное поступательное перемещение границы темно-светлого поля с быстрым возвратом ее в исходное положение. Процесс получения перемещающейся границы показан на рис. 2б.

Необходимое изменение скорости перемещения оптического изображения границы по мозаике можно осуществить изменением расстояния от диска до камерного объектива или сменой дисков, имеющих разную длину участка $AB = X_T$ (рис. 2). Скорость перемещения границы по фотокатоду (или по мозаике в случае трубки типа „Иконоскоп“)

$$v_x = \frac{V_x f}{A},$$

где V_x — скорость движения границы ($V_x = X_T N$), A — оптическая дальность передачи, f — фокусное расстояние камерного объектива.

Для получения разных значений v_x изменение оптической дальности передачи A нецелесообразно, несмотря на кажущуюся простоту, т. к. оно влечет за собою необходимость в повторной настройке некоторых элементов установки (оптическую фокусировку, поддержание постоянства освещенности, установку выделяемой строки). Поэтому для создания разных скоростей перемещения изображения целесообразнее применить набор дисков. Передающая камера (рис. 1) содержала объектив, передающую трубку с накоплением энергии, предварительный усилитель сигналов изображения и генераторы строчной и кадровой разверток. Использовался камерный объектив с фокусным

расстоянием $f = 20 \text{ мм}$ и относительным отверстием $\frac{D}{f} = \frac{1}{2,8}$.

В предварительном усилителе в сигнал изображения вводились сигналы компенсации черного пятна (при определении влияния черного пятна трубки на сигнал изображения движущейся границы можно выключить сигналы компенсации), гасящие и синхронизирующие импульсы. С выхода предварительного усилителя сигнал изображения поступал

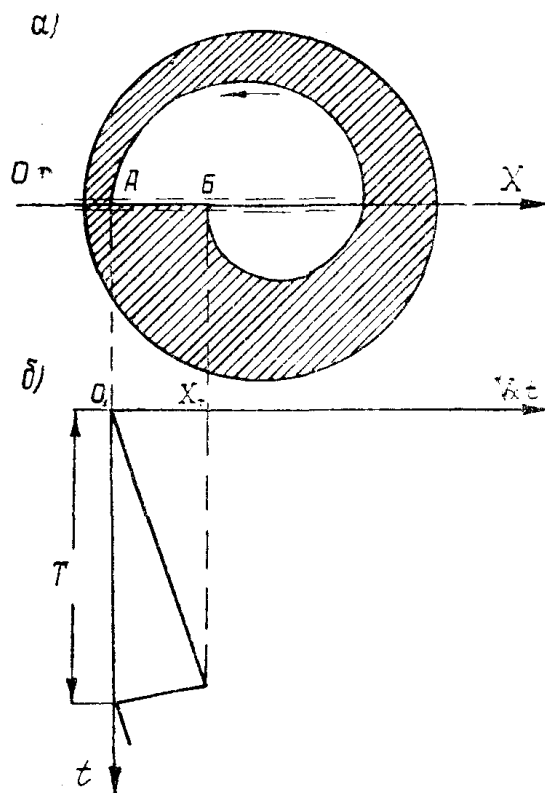


Рис. 2. Передаваемый объект, создающий повторяющееся равномерное движение границы темно-светлого поля

на усилитель, а затем на вход видеоусилителя телевизионного приемника и на осциллограф.

От синхрогенератора в передающую камеру подавались синхронизирующие импульсы для запуска разверток передающей трубки. Кроме того, вертикальные синхронизирующие импульсы синхрогенератора запускали схему выделения строки, принцип работы которой аналогичен описанному в работе М. И. Кривошеева [1].

Схема выделения строки давала повторяющиеся с частотой кадров прямоугольные импульсы, длительность которых можно было регулировать в пределах времени передачи одной строки. Выбор необходимой строки осуществлялся плавным смещением момента возникновения импульса выделения строки по отношению к вертикальному синхронизирующему импульсу.

Прямоугольные импульсы, полученные от схемы выделения строки, подавались на управляющий электрод трубки осциллографа для подсветки. Развертка осциллографа запускалась горизонтальными синхронизирующими импульсами. При нормальной яркости луча на экране осциллографа были видны сигналы всех строк кадра, но сигнал выделяемой строки отличался большей яркостью. Поэтому соответствующим понижением яркости можно погасить на экране осциллографа сигналы всех строк, кроме выделяемой. В экспериментальной установке использовался осциллограф ЭО-4, полоса пропускания вертикального усилителя которого была специально расширена до 4 мГц.

Для количественной оценки длительности нарастания фронта переходной характеристики от генератора меток времени на управляющий электрод трубки осциллографа подавались калибровочные импульсы с частотой 2 мГц. Генератор меток времени запускался горизонтальными синхронизирующими импульсами.

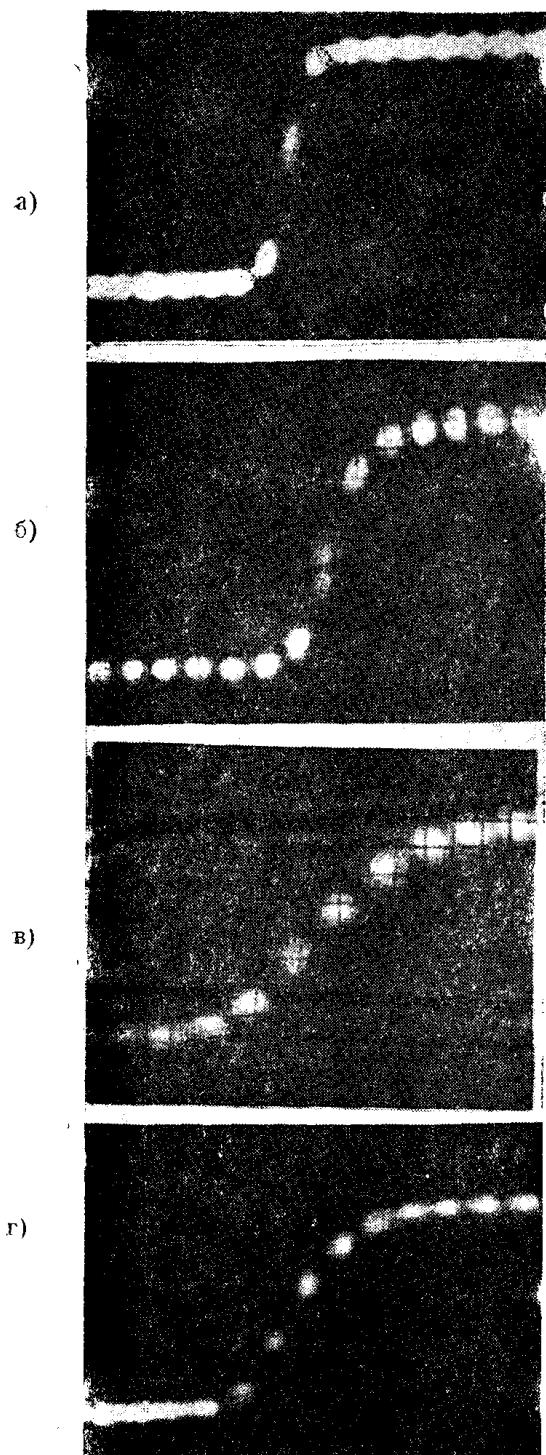


Рис. 3. Осциллограммы сигнала изображения движущейся границы:

- а) $V_x = 0, x_{\text{м.з.р.}} = 1 \text{ мсек}$, $E = 1000 \text{ люкс}$;
- б) $V_x = 0,8 \text{ м/сек}$, $x_{\text{з.р.}} = 1,5 \text{ мсек}$, $E = 1000 \text{ люкс}$;
- в) $V_x = 1,6 \text{ м/сек}$, $x_{\text{з.р.}} = 2,25 \text{ мсек}$, $E = 1000 \text{ люкс}$;
- г) $V_x = 1,6 \text{ м/сек}$, $x_{\text{з.р.}} = 2 \text{ мсек}$, $E = 2000 \text{ люкс}$

Полученные таким образом переходные характеристики телевизионной системы показаны на рис. 3. Осциллограмма рис. 3 а представляет сигнал неподвижной границы темно-светлого поля, а осциллограммы рис. 3 б, в и г — сигналы движущейся границы. Осциллограммы рис. 3 а, б, в сняты при освещенности передаваемого объекта $E = 1000$ люкс. Зона размытости изображения движущейся границы, определяемая из этих осциллограмм, с достаточным приближением соответствует расчетной длительности нарастания фронта переходной характеристики [2]. На рис. 4 показана зависимость относительного падения резкости (четкости) изображения от скорости движения передаваемого объекта, рассчитанная для данного случая [2] по формуле:

$$\frac{m}{m_0} = \frac{x_{03.p.}}{x_{з.р.}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left[0,32 \frac{V_x \cdot T_z \cdot f}{A h_\phi} Z(1 - t_y) \right]^2}}, \quad (1)$$

где m_0 — четкость неподвижного изображения, $x_{03.p.}$ — зона размытости изображения неподвижной границы темно-светлого поля, T_z — время экспозиции, t_y — относительная длительность обратного хода кадровой развертки, h_ϕ — высота изображения на фотокатode трубки.

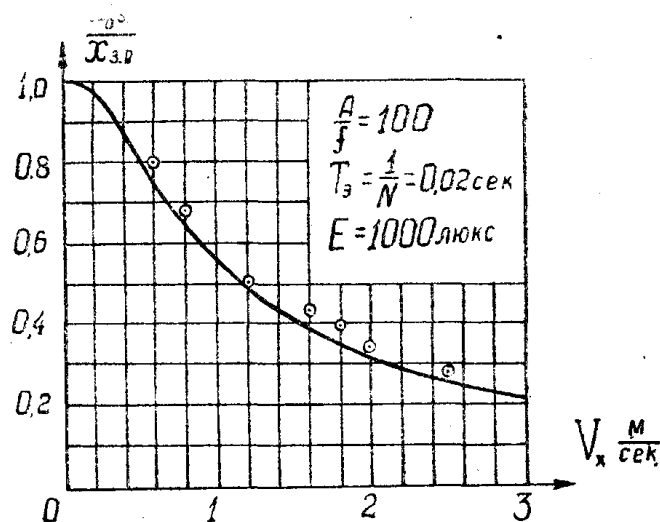


Рис. 4. Зависимость относительной потери резкости изображения от скорости движения передаваемого объекта

В экспериментальной установке $h_\phi = 8,8$ мм, $t_y = 0,08$. На этом же рисунке показаны экспериментальные точки относительной потери резкости изображения. При освещенностях объекта не более 1000 люкс передающая трубка работала в режиме, близком к режиму идеального накопителя. Об этом свидетельствуют симметричная форма сигнала изображения равномерно движущейся границы темно-светлого поля (рис. 3 б и в) и близкое совпадение экспериментальной зависимости потери резкости изображения от скорости движения передаваемого объекта с теоретической зависимостью (1), соответствующей работе трубки в режиме идеального накопителя. При больших освещенностях наблюдалась зависимость формы сигнала изображения движущейся границы от освещенности объекта. Осциллограмма рис. 3 г соответствует сигналу изображения движущейся границы при освещенности 2000 люкс. Форма сигнала при этом теряет симметрию, приближаясь к экспонен-

циальной. Это указывает на зависимость времени накопления заряда в передающей трубке от освещенности передаваемого объекта. В результате уменьшения времени накопления заряда при увеличении освещенности размытость изображения движущейся границы становится меньше.

На рис. 5 (кривая 1) приведена зависимость относительной потери четкости изображения, рассчитанная по формуле (1). Экспериментальные точки (измерения относительной потери четкости изображения проводились по фотографиям с экрана телевизионного приемника изображений движущихся испытательных таблиц [2]) относительной потери четкости изображения при освещенности 800 люкс (точки, отмеченные крестиками) расположены вблизи теоретической кривой.

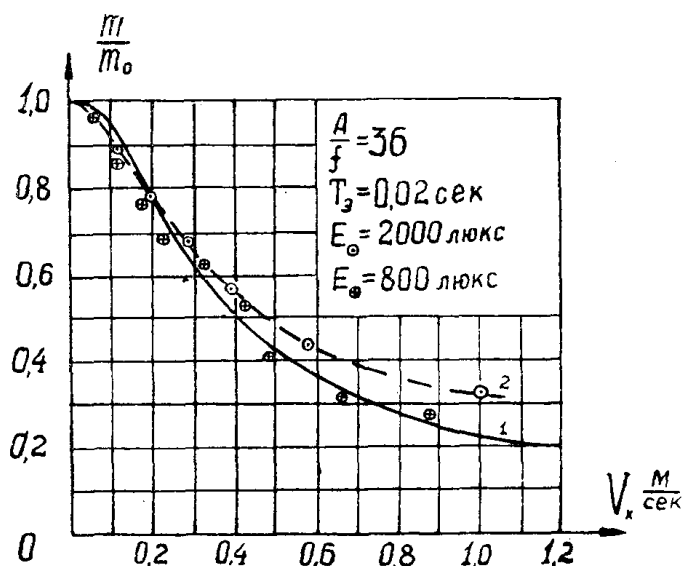


Рис. 5. Зависимость относительной потери четкости изображения от скорости движения передаваемого объекта

Экспериментальная зависимость (пунктирная кривая 2, рис. 5) потери четкости изображения от скорости движения передаваемого объекта при освещенности 2000 люкс располагается выше теоретической кривой. Таким образом, при данной скорости движения передаваемого объекта увеличение освещенности уменьшает потерю четкости изображений движущихся объектов.

При проведении экспериментов наблюдалась зависимость формы переходной характеристики трубки при передаче движущихся объектов также от режима работы трубки. Все это доказывает целесообразность дополнения комплекса испытаний передающих трубок с накоплением энергии определением характеристик передачи движущихся объектов: переходных характеристик трубки при передаче движущейся границы темно-светлого поля и зависимостей относительной потери резкости (четкости) изображения от скорости движения передаваемого объекта при нескольких значениях освещенности объектов.

Предлагаемые испытания передающих трубок могут дополнить имеющиеся сведения о передающих трубках с накоплением заряда, а также оказаться полезными как при установлении режима их работы, так и при разработке новых телевизионных передающих трубок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривошеев М. И. Методы основных испытаний телевизионных передающих трубок, Радиотехника, т. 6, № 1, 1951.
 2. Ш у л ь ж е н к о К. М. О влиянии движения передаваемых объектов на резкость телевизионного изображения, кандидатская диссертация, ЛЭТИ, Ленинград, 1953.
-